

การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกร เพื่อการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

พรพัฒน์ ชีโรโสภณ* ณัฐกฤตา การพานิช**

บทคัดย่อ

การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างมีความสำคัญต่อการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตของร่างกาย เพื่อการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันที่เหมาะสม บทความปริทัศน์นี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมวิธีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของผู้ป่วยแต่ละวิธีซึ่งมีความหลากหลายของวิธีการวัดประเมิน ความน่าเชื่อถือ และข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทันตแพทย์จัดฟันผู้ให้การรักษาสามารถพิจารณาเลือกวิธีการประเมินในผู้ป่วยแต่ละรายได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การประเมินสภาวะการเจริญเติบโต, การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกร, ผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโต, อายุกระดูก

Growth Assessment of Maxilla and Mandible for Orthodontic Treatment Planning

Pornpat Theerasopon* Natkrita Karnpanich**

Abstract

Growth assessment of maxilla and mandible is necessary for orthodontic treatment planning in growing patients. This review article aimed to present available growth assessment techniques which having variety of assessment methods, different accuracy and different limitation. This article may benefit for orthodontists to choose appropriate technique in particular patients.

Keywords: Growth assessment, growth of maxillae, growing patients, skeletal age

Received: 07/08/2562 Revised: 19/12/2562 Accepted: 05/01/2563

Corresponding author: Pornpat Theerasopon, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of Phayao, Muang, Phayao Thailand

E-mail: pornpat.th@up.ac.th

ผู้ติดต่อบทความ: พรพัฒน์ ชีโรโสภณ สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประเทศไทย

อีเมล: pornpat.th@up.ac.th

* อาจารย์ สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

** ทันตแพทย์เอกชน คลินิกจัดฟันเดนทอลวัน ตำบลท่าสุต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

* Lecturer, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of Phayao, Muang, Thailand

** Private dentist, Dental One Clinic, Tha Sud, Muang, Chiang Rai, Thailand

บทนำ

การศึกษาสภาวะการเจริญเติบโตของร่างกาย และโครงสร้างกระดูกขากรรไกรเป็นความรู้พื้นฐานสำคัญในสาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน โดยเฉพาะทันตแพทย์ที่ให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแก่ผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโต ดังนั้นการพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของผู้ป่วยแต่ละรายจึงมีความจำเป็นเพื่อให้สามารถพิจารณาวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแก่ผู้ป่วยอย่างเหมาะสม โดยทันตแพทย์จัดฟันควรคำนึงถึงผลการรักษาที่จะเกิดขึ้นในผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตซึ่งสามารถเกิดขึ้นจากทั้งปัจจัยด้านสภาวะการเจริญเติบโตของผู้ป่วยเอง และผลจากการรักษาด้วยเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟัน เพื่อให้ผลการรักษาสุดท้ายที่ได้เป็นไปตามเป้าประสงค์ของการรักษา และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ป่วย ดังนั้นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของผู้ป่วยจึงมีความสำคัญเพื่อใช้ในการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน อีกทั้งยังสามารถใช้ในการประเมินผลของการรักษา

อายุทางชีวภาพ (biological age) ถือเป็นอายุของผู้ป่วยที่แท้จริง ดังนั้นการทราบอายุทางชีวภาพของผู้ป่วยจึงมีความสำคัญต่อการประเมินสภาวะการเจริญเติบโต แต่พบว่าอายุตามปฏิทิน (chronological age) ซึ่งสามารถประเมินได้ง่ายนั้นมีความสัมพันธ์กับอายุทางชีวภาพในระดับที่ค่อนข้างต่ำ อายุตามปฏิทินจึงสามารถนำมาใช้คาดคะเนสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรได้อย่างจำกัด และมีความน่าเชื่อถือที่น้อย จึงได้มีผู้ศึกษาวิธีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ทันตแพทย์สามารถนำมาใช้สำหรับการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตที่ถูกต้องเที่ยงตรง มีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ สามารถกระทำซ้ำได้ และใช้การตรวจเพิ่มเติมให้น้อยที่สุด เพื่อลดผลข้างเคียง และค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

บทความปริทัศน์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมวิธีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ทันตแพทย์เข้าใจ และสามารถพิจารณาเลือกวิธีประเมินสภาวะการเจริญเติบโต โดยคำนึงถึงความถูกต้องเหมาะสมตามความจำเป็นของผู้ป่วยในแต่ละราย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการรักษาแก่ผู้ป่วย และลดความเสี่ยงที่ไม่จำเป็นแก่ผู้ป่วยซึ่งอยู่ในวัยที่ยังมีสภาวะการเจริญเติบโตอยู่

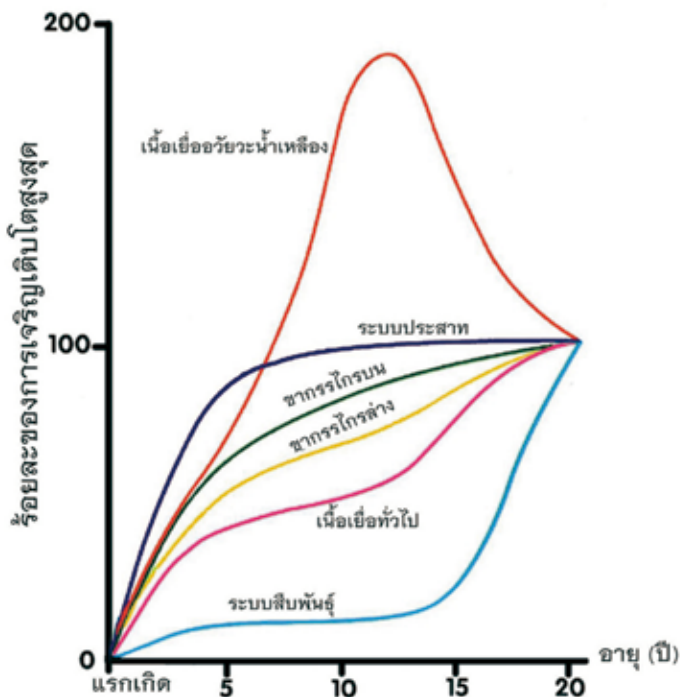
1. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้อายุตามปฏิทิน (chronological age)

การศึกษาสภาวะการเจริญเติบโตจะมุ่งเน้นในการพิจารณาช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (pubertal growth spurt) ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและหญิง

เมื่อพิจารณาจากปัจจัยของอายุตามปฏิทิน เพศหญิงจะมีช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเกิดขึ้นก่อนเพศชายประมาณ 2 ปี โดยอายุเริ่มต้นของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในเพศหญิงเริ่มต้นขึ้นเมื่ออายุ 10 ปี จนถึงอายุประมาณ 15 ปี ส่วนในเพศชายจะอยู่ในช่วงอายุประมาณ 12 ปี จนถึงอายุ 17 ปี¹ แต่จากหลายการศึกษาพบว่าการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยการใช้อายุตามปฏิทินมีความแม่นยำที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการประเมินด้วยวิธีอื่น อาทิเช่น การใช้อายุกระดูก (skeletal age)^{2,3} ทั้งนี้เกิดขึ้นจากการมีความแตกต่างของแต่ละบุคคลที่มีช่วงเริ่มต้น และปริมาณการเจริญเติบโตต่อหน่วยเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นอายุตามปฏิทินจึงไม่ใช่ตัวชี้วัดที่ดีสำหรับการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกร³ จากการศึกษาของ Baccetti และคณะ³ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอายุตามปฏิทินกับสภาวะการเจริญเติบโตโดยประเมินจากกระดูกสันหลังส่วนคอในภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometric radiograph) พบว่าการทำนายการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้อายุตามปฏิทินเป็นตัวชี้วัดในการประเมินอายุทางชีวภาพได้จำกัด⁴ โดยพบอำนาจของการวินิจฉัยที่สูง (strong diagnostic power) เฉพาะสภาวะการเจริญเติบโตในขั้นก่อนการเจริญเติบโตสูงสุด (pre - pubertal growth spurt) ในเพศชายอายุ 9 ปี ± 6 เดือน และสภาวะการเจริญเติบโตในขั้นหลังการเจริญเติบโตสูงสุด (post - pubertal growth spurt) ในเพศหญิงอายุ 14 ปี ± 6 เดือนเท่านั้น

2. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้อายุของโครงสร้างอื่น (other structures)

เส้นโค้งของสแกมมอน (Scammon's growth curve)⁵ เป็นกราฟแสดงการเจริญเติบโตของอวัยวะในร่างกาย โดยแบ่งระบบอวัยวะออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ เนื้อเยื่อทั่วไป เนื้อเยื่อระบบประสาท เนื้อเยื่ออวัยวะนำเหลือง และเนื้อเยื่อระบบสืบพันธุ์ ต่อมา Proffit⁴ ได้เสนอกราฟการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างเพิ่มเติมในกราฟเส้นโค้งของสแกมมอน โดยเส้นโค้งการเจริญเติบโตของขากรรไกรจะอยู่ระหว่างเส้นโค้งของเนื้อเยื่อระบบประสาทและเนื้อเยื่อทั่วไป โดยที่การเจริญเติบโตของขากรรไกรบนจะเข้าใกล้เส้นโค้งของเนื้อเยื่อระบบประสาท ส่วนการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างมีรูปแบบการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อทั่วไป จึงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปตัวเอส (S - curve) เช่นเดียวกับเนื้อเยื่อดังกล่าว โดยพบการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อทั่วไปในช่วงวัยรุ่นซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างมีความสัมพันธ์กับการเจริญของระบบสืบพันธุ์ที่ได้รับอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ และเป็นช่วงเดียวกันกับที่เส้นโค้งเนื้อเยื่ออวัยวะนำเหลืองมีการเจริญที่ลดลง (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างบนเส้นโค้งของสแกมมอน (ดัดแปลงจาก Proffit, WR, 2013⁴)

3. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรจากน้ำหนักและส่วนสูง (height and weight)

น้ำหนักและส่วนสูงเป็นตัวชี้วัดการเจริญเติบโตของบุคคลขั้นพื้นฐานที่ดี แต่การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลในระยะยาว (longitudinal study) ทำให้ต้องมีการตรวจประเมินซ้ำหลายครั้ง โดยอาจจำเป็นต้องทำซ้ำทุก ๆ 3 เดือน เพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าว จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลในเวลาใดเวลาหนึ่งในลักษณะของการศึกษาแบบภาพตัดขวาง (cross-sectional study) ในการประเมินสภาวะดังกล่าวได้ จึงเป็นไปได้อย่างยากที่จะนำวิธีการนี้มาใช้ประเมินในทางคลินิก

อย่างไรก็ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของส่วนสูงมีความน่าเชื่อถือในการประเมินการเจริญเติบโตของขากรรไกรที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าปัจจัยของน้ำหนัก โดยพบช่วงที่มีอัตราการเจริญเพิ่มขึ้นมากตรงกับช่วงการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อพิจารณาโดยใช้ภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอ อีกทั้งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของขนาดกระดูกขากรรไกรล่าง⁶

ส่วนสูงที่เพิ่มขึ้นในช่วงวัยรุ่นนั้นเกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของกระดูกอ่อน (endochondral bone growth) บริเวณแผ่นเอพิไฟเซียล (epiphyseal plate) ของกระดูกยาว (long bone) ซึ่งได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนเพศ ทำให้มีการเจริญเติบโตของ

กระดูกอ่อนอย่างรวดเร็วก่อนจะถูกแทนที่ด้วยกระดูกแข็ง และเมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโต กระดูกอ่อนจะถูกแทนที่ด้วยกระดูกแข็งทั้งหมด และแผ่นเอพิไฟเซียลปิด ทำให้การเจริญเติบโตในด้านของส่วนสูงสิ้นสุดลง⁴

4. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรจากลักษณะทางเพศขั้นที่สอง (secondary sex characteristic)

ในช่วงต้นลักษณะทางเพศขั้นที่สองจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทต่อมไร้ท่อ (neuroendocrine system) จึงเป็นอิสระต่อระบบโครงร่างกระดูกซึ่งได้รับอิทธิพลจากกลไกที่ต่างกัน แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงวัยรุ่น ฮอโมนเพศจะมีบทบาทในการควบคุมลักษณะทางเพศขั้นที่สองซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงดังกล่าวซึ่งตรงกับช่วงของการสร้างกระดูกแข็ง⁷ ดังนั้นในกราฟเส้นโค้งของสแกมมอนซึ่งได้อธิบายเพิ่มเติมโดย Proffit⁴ จะพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของขากรรไกรมีความสัมพันธ์กับช่วงการเจริญของระบบสืบพันธุ์อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของฮอโมนเพศ โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของฮอโมนเทสโทสเตอโรน (testosterone hormone) ซึ่งสัมพันธ์กับช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดด้วย⁸ เมื่อพิจารณาโดยใช้ลักษณะทางเพศขั้นที่สองตามช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในเพศหญิงสามารถแบ่งพิจารณาได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จะพบลักษณะของการเริ่มมีหน้าอกโดยมีเต้านมที่เริ่มนูนขึ้น และเป็นช่วงที่เริ่มมีขนบริเวณหัวหน่าวของอวัยวะสืบพันธุ์

ระยะที่ 2 ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระยะที่ 1 ประมาณ 1 ปี จะพบลักษณะของหน้าอกที่เจริญขึ้นอย่างชัดเจน ขนบริเวณหัวหน่าวมีลักษณะเข้มขึ้นและมีบริเวณที่กว้างขึ้น และเริ่มมีขนที่บริเวณรักแร้

ระยะที่ 3 ช่วงหลังของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระยะที่ 2 ประมาณ 1 - 1.5 ปี โดยพบการเริ่มต้นของการมีประจำเดือน มีสะโพกที่ขยายกว้างขึ้น มีการสะสมของไขมันเพิ่มขึ้น และมีการเจริญเติบโตของหน้าอกอย่างเต็มที่ ดังนั้นการมีประจำเดือนจึงเป็นอีกตัวบ่งชี้ที่สำคัญหนึ่งที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรในเพศหญิง⁹

ส่วนลักษณะทางเพศขั้นที่สองตามการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในเพศชายจะมีความแตกต่างจากเพศหญิง โดยมีลักษณะที่ช้ากว่า และยาวนานกว่าเพศหญิง โดยในเพศหญิงมีระยะเวลาประมาณ 3 ปีครึ่ง ส่วนในเพศชายมีระยะเวลาประมาณ 5 ปี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 ช่วงเริ่มแรกของการมีลักษณะทางเพศขั้นที่สอง โดยเป็นช่วงที่มีการเพิ่มของน้ำหนักจากการสะสมของไขมันที่มาก ทำให้มีลักษณะอ้วนท้วม เชื่องช้า โดยได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen hormone) ซึ่งถูกสร้างจากเซลล์เลย์ดิก (Leydig cells) บริเวณอัณฑะ ก่อนที่เซลล์เซอร์โทลี (Sertoli cells) จะสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน นอกจากนี้ยังพบลักษณะของถุงหุ้มอัณฑะที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีสีที่เข้มขึ้น

ระยะที่ 2 ช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระยะที่ 1 ประมาณ 1 ปี พบส่วนสูงที่เริ่มต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีไขมันใต้ผิวหนังที่ลดลง เริ่มมีขนบริเวณหัวหน่าวของอวัยวะสืบพันธุ์ และเริ่มมีการเจริญขององคชาติที่ขยายใหญ่ขึ้น

ระยะที่ 3 ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระยะที่ 2 ประมาณ 8 ถึง 12 เดือน พบส่วนสูงมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นสูงสุด มีขนที่บริเวณรักแร้ มีหนวดบริเวณเหนือต่อริมฝีปากบน มีการเจริญของกล้ามเนื้อและมีไขมันใต้ผิวหนังที่ลดลง ขนบริเวณหัวหน่าวมีบริเวณที่กว้างขึ้นแต่ยังไม่ถึงด้านในของโคนต้นขา และมีการเจริญขององคชาติและถุงหุ้มอัณฑะที่มีขนาดใกล้เคียงกับการเจริญเติบโตเต็มที่

ระยะที่ 4 ช่วงหลังของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระยะที่ 3 ประมาณ 15 ถึง 24 เดือน โดยพบการเพิ่มขึ้นของส่วนสูงอย่างเต็มที่ มีหนวดและเครา มีขนที่รักแร้และบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์กว้างขึ้นและมีสีเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตเต็มที่ และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น

5. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้อายุกระดูก (bony age)

สภาวะการเจริญเติบโตของโครงสร้างกระดูกได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีประเมินชนิดภาพตัดขวางที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินอายุทางชีวภาพได้ดีที่สุด จึงทำให้วิธีนี้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของผู้ป่วยโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลการเจริญเติบโตของผู้ป่วยในช่วงก่อนหน้ามากนัก

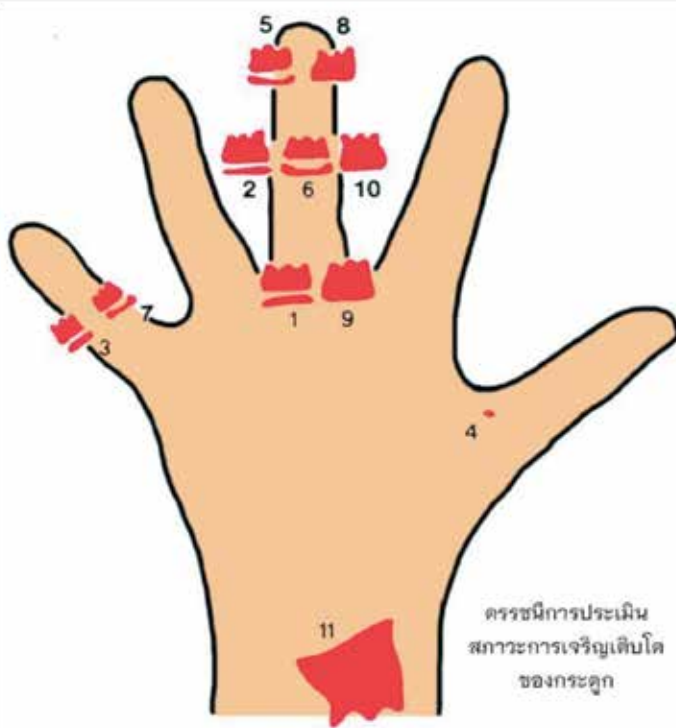
การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้โครงสร้างกระดูก โดยเฉพาะการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้กระดูกยาว พบว่าเป็นวิธีที่มีความเที่ยงในการวัดที่สูงมากโดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งภายใน และระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับที่สูงโดยพิจารณาด้วยสถิติแคปปาถ่วงน้ำหนัก (weighted kappa) ที่มากกว่า 0.910 โดยโครงสร้างกระดูกที่มักนำมาใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโต คือ กระดูกมือและ

ข้อมือ และกระดูกสันหลังส่วนคอ ซึ่งทั้ง 2 โครงสร้างนี้มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูง โดยพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ที่มากกว่า 0.92

5.1 ประเมินโดยใช้ภาพรังสีมือและข้อมือ (hand and wrist radiograph)

การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรโดยใช้ภาพรังสีมือและข้อมือได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่ให้ผลการคาดคะเนใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการประเมินด้วยวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากทำให้ผู้ป่วยซึ่งอยู่ในวัยเจริญเติบโตจำเป็นต้องได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นจากภาพรังสีที่ใช้ในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันตามปกติ โดยสมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งสหราชอาณาจักรไม่ได้รับบ่งชี้ข้อบ่งชี้การใช้ภาพรังสีชนิดนี้เพื่อใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตในเอกสารแนวทางการปฏิบัติมาตรฐานของการใช้ภาพรังสีสำหรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน¹¹

ในปี ค.ศ. 1976 Grave และ Brown¹² ได้นำเสนอวิธีประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยพิจารณาจากภาพรังสีมือและข้อมือเปรียบเทียบกับอัตราเร็วของส่วนสูงที่เพิ่มขึ้นในผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มศึกษาการเจริญเติบโตระยะยาว โดยแบ่งการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตออกเป็น 14 ขั้น ตามการสร้างของกระดูก (ossification) โดยสรุปสามารถแบ่งได้เป็นช่วงขาขึ้นของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จะพบการสร้างกระดูกของกระดูกแฮมเมท (hamate) ขั้นแรก หรือ “H-1” การปรากฏของกระดูกพิสิฟอร์ม (pisiform) ในภาพรังสี หรือ “Pisi” การมีความกว้างของเอพิไฟซิส (epiphysis) เท่ากับความกว้างของไดอาไฟซิส (diaphysis) ที่ตำแหน่งกระดูกเรเดียส (radius) หรือ “R” ที่นิ้วมือส่วนกลาง (middle pharynx) ของนิ้วกลาง หรือ “MP3” และนิ้วมือส่วนต้น (proximal pharynx) ของนิ้วชี้ หรือ “PP2” ส่วนช่วงที่มีการเจริญเติบโตสูงสุดจะพบการสะสมแคลเซียมของกระดูกโดยยื่นส่วนของเอพิไฟซิสบริเวณขอบทั้งสองข้างไปหาไดอาไฟซิส (capping) ที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลางของนิ้วกลาง หรือ “MP3_{cap}” นิ้วมือส่วนต้นของนิ้วโป้ง “PP1_{cap}” และกระดูกเรเดียส หรือ “R_{cap}” พบการปรากฏของกระดูกเซซามอยด์ (sesamoid) ที่กระดูกอัลนาร์ (ulnar) หรือ “S” และพบการสร้างกระดูกของกระดูกแฮมเมทขั้นที่สอง หรือ “H-2” ส่วนช่วงขาลงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะพบการสะสมแคลเซียมของกระดูกส่วนเอพิไฟซิสและไดอาไฟซิสมาเชื่อมกัน (fusion) ที่นิ้วกลางในตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนปลาย (distal pharynx) หรือ “DP3_u” มาที่ส่วนต้นหรือ “PP3_u” และที่กระดูกเรเดียส หรือ “R_u”



รูปที่ 2 ดัชนีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกด้วยภาพรังสีมือและข้อมือ (ดัดแปลงจาก Fishman LS, 1982¹³)

ถัดมาในปี ค.ศ. 1982 Fishman¹³ ได้นำเสนอการจำแนกสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้กายวิภาคของมือและข้อมือจากภาพรังสี โดยพิจารณาแบบการสะสมแคลเซียมในกระดูกออกเป็น 4 ระยะ ใน 6 ตำแหน่ง บริเวณนิ้วโป้ง นิ้วกลาง นิ้วก้อย และกระดูกเรเดียส โดยได้จำแนกช่วงสภาวะการเจริญเติบโตในรูปของดัชนีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูก (skeletal maturity indicators) หรือ SMI ทั้งหมด 11 ระยะ (รูปที่ 2) ดังนี้

SMI 1 พบความกว้างของเอพิไฟซิสเท่ากับความกว้างของไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนต้น ของนิ้วกลาง หรือ “PP3”

SMI 2 พบความกว้างของเอพิไฟซิสเท่ากับความกว้างของไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลาง ของนิ้วกลาง หรือ “MP3”

SMI 3 พบความกว้างของเอพิไฟซิสเท่ากับความกว้างของไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลางของนิ้วก้อย หรือ “MP5”

SMI 4 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกเซซามอยด์บริเวณนิ้วโป้ง หรือ “S”

SMI 5 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกโดยยื่นส่วนของเอพิไฟซิสบริเวณขอบทั้งสองข้างไปหาไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนปลายของนิ้วกลาง หรือ “DP3_{cap}”

SMI 6 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกโดยยื่นส่วนของเอพิไฟซิสบริเวณขอบทั้งสองข้างไปหาไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลางของนิ้วกลาง หรือ “MP3_{cap}”

SMI 7 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกโดยยื่นส่วนของเอพิไฟซิสบริเวณขอบทั้งสองข้างไปหาไดอาไฟซิสที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลางของนิ้วก้อย หรือ “MP5_{cap}”

SMI 8 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกส่วนเอพิไฟซิสและไดอาไฟซิสมาเชื่อมกันที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนปลายของนิ้วกลาง หรือ “DP3_u”

SMI 9 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกส่วนเอพิไฟซิสและไดอาไฟซิสมาเชื่อมกันที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนต้นของนิ้วกลาง หรือ “PP3_u”

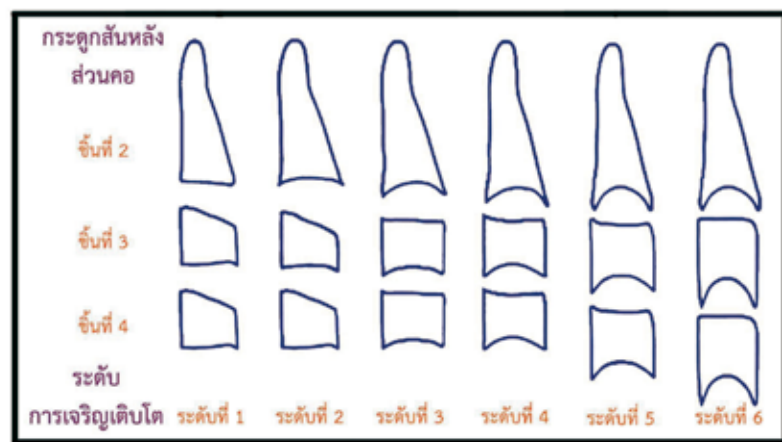
SMI 10 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกส่วนเอพิไฟซิสและไดอาไฟซิสมาเชื่อมกันที่ตำแหน่งกระดูกนิ้วมือส่วนกลางของนิ้วกลาง หรือ “MP3_u”

SMI 11 พบการสะสมแคลเซียมของกระดูกส่วนเอพิไฟซิสและไดอาไฟซิสมาเชื่อมกันที่ตำแหน่งกระดูกเรเดียส หรือ “R_u”

โดยหากจำแนกตามดัชนีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูก ช่วงที่พบการเจริญเติบโตสูงสุดจะอยู่ระหว่าง SMI 5 และ SMI 8 ซึ่งมีบางส่วนสอดคล้องกับการศึกษาของ Grave และ Brown¹²

5.2 ประเมินโดยใช้ภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae maturation)

การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้ภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอกจากภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เป็นวิธีที่ทันตแพทย์จัดฟันนิยมใช้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถประเมินโดยใช้ภาพรังสีตามปกติเพื่อการวินิจฉัย และวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันในแต่ละราย ทำให้ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องได้รับปริมาณรังสีเพิ่มเติมจากภาพรังสีที่ใช้เพื่อการรักษาตามปกติ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ได้รับความสนใจ และทำการศึกษาเพื่อประเมินความถูกต้องแม่นยำสำหรับการนำมาใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกร^{2, 10, 14} และพบความสอดคล้องกันระหว่างการประเมินด้วยภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอกับอัตราการเพิ่มขึ้นของส่วนสูง หรือขนาดของขากรรไกรล่าง⁶ Baccetti และคณะ¹⁵ ได้นำเสนอวิธีการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยพิจารณาจากลักษณะรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอ (bodies of cervical vertebrae) ขึ้นที่ 2 ถึง 4 โดยการแบ่งระดับการเจริญเติบโตด้วยวิธีนี้ประเมินจากการพบหรือไม่พบรอยโค้งเว้า (concavity) ที่ขอบล่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอขึ้นที่ 2 ถึง 4 และรูปร่างของตัวกระดูก



รูปที่ 3 การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้กระดูกสันหลังส่วนคอจากภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (ดัดแปลงจาก Baccetti T, Franchi L and McNamara JA, 2005¹⁵)

สันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 โดยพิจารณาจำแนกเป็น 4 รูปร่างเรขาคณิต ดังนี้ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoid) เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขอบบนสอบต่ำลงมาจากด้านหลังมาทางด้านหน้า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวนอน (horizontal rectangular) เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขอบด้านบนและล่างที่ยาวกว่าขอบด้านหน้าและหลัง รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (squared) เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขอบทั้งทางด้านบน ล่าง หน้า และหลังที่เท่ากันทุกด้าน และสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวตั้ง (vertical rectangular) เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขอบด้านหน้าและหลังที่ยาวกว่าขอบด้านบนและล่าง

ผลการศึกษาของ Baccetti และคณะ¹⁵ ได้แบ่งระดับการเจริญเติบโตโดยใช้ภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอจำแนกออกเป็น 6 ระดับ (cervical stage 1-6) โดยกำหนดให้ระดับที่ 1 และ 2 (CS1-CS2) เป็นช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของกระดูกขากรรไกรล่าง ระดับที่ 3 และ 4 (CS3-CS4) เป็นช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดของกระดูกขากรรไกรล่าง และระดับที่ 5 และ 6 (CS5-CS6) เป็นช่วงหลังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยกำหนดลักษณะเพื่อพิจารณาจำแนกในแต่ละระดับ (รูปที่ 3) ดังนี้

ระดับที่ 1 (CS1) ขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 ถึง 4 มีลักษณะเรียบ และมีรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ระดับที่ 2 (CS2) ขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 พบลักษณะโค้งเว้า แต่รูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 ยังคงเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดจะเกิดขึ้นหลังจากนี้ประมาณ 1 ปี

ระดับที่ 3 (CS3) พบลักษณะโค้งเว้าที่ขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 และ 3 ส่วนรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 อาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวนอน โดยพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงของปีที่พบลักษณะนี้

ระดับที่ 4 (CS4) ขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 ถึง 4 พบลักษณะโค้งเว้า และมีรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวนอน โดยพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดเกิดขึ้นมาแล้ว 1 ถึง 2 ปี

ระดับที่ 5 (CS5) พบขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 ถึง 4 มีลักษณะโค้งเว้าเช่นเดิม และพบรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 หรือ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรืออาจพบกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวนอนเช่นเดิม โดยพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดสิ้นสุดลงมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี

ระดับที่ 6 (CS6) พบขอบล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 ถึง 4 มีลักษณะโค้งเว้าเช่นเดิม และพบรูปร่างของตัวกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 หรือ 4 อาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวตั้ง หรืออาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยพบว่าช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดสิ้นสุดลงมาแล้วอย่างน้อย 2 ปี

อย่างไรก็ตามในบางการศึกษาได้พบข้อจำกัดของการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรโดยใช้กระดูกสันหลังส่วนคอ ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงท่าทาง (posture) อาจทำให้ภาพรังสีที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป โดยไม่ปรากฏลักษณะโค้งเว้าของกระดูกคอ เมื่อกระดูกคอเอียงตัวทำมุมประมาณ 30 องศา¹⁶

การศึกษาของฤทัยวัลค์ ฐิตโสภณกุล และปิยจิตร ณ ระนอง¹⁴ ได้ศึกษาสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างในกลุ่มตัวอย่างเด็กไทย โดยพิจารณาจากสัดส่วนความสูงของขอบหน้าสุดต่อความกว้างของขอบล่างสุดที่วัดได้จากกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 และ 4 ได้ออกมาเป็นค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 (C_3 ratio) และค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 (C_4 ratio) ผลการศึกษาพบว่าช่วงที่ผู้ป่วยมีสภาวะการเจริญเติบโตของขากระดูกสูงสุดจะมีค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 อยู่ในช่วง 0.71 ± 0.09 และค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 อยู่ในช่วง 0.69 ± 0.09 ซึ่งใกล้เคียงกับ SMI ระดับที่ 5 - 8 ของ Fishman ส่วนช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะมีค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 อยู่ในช่วง 0.56 ± 0.09 และค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 อยู่ในช่วง 0.57 ± 0.07 ซึ่งใกล้เคียงกับ SMI ระดับที่ 1 - 4 ของ Fishman และช่วงหลังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะมีค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 อยู่ในช่วง 0.93 ± 0.08 และค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 อยู่ในช่วง 0.90 ± 0.09 ซึ่งใกล้เคียงกับ SMI ระดับที่ 9 - 11 ของ Fishman โดยพบว่าค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 สามารถพบความแตกต่างระหว่างช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ช่วงการเจริญเติบโตสูงสุด และช่วงหลังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ค่าสัดส่วนของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 4 ไม่พบความแตกต่างระหว่างช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และช่วงการเจริญเติบโตสูงสุด ($P > 0.05$)

6. การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากระดูกโดยใช้ข้อมูลทางโมเลกุล (molecular factors)

แม้ว่าการใช้อายุกระดูกจากภาพถ่ายรังสีเพื่อประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกรจะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่พบว่ายังมีข้อด้อยบางประการ เนื่องจากวิธีดังกล่าวเป็นการแปลผลในลักษณะมาตรอันดับ (ordinal scale) และถูกประเมินในเชิงอัตวิสัย (subjective measurement) โดยผู้วัด จึงมีนักวิจัยนำข้อมูลในระดับเซลล์มาศึกษาเพื่อใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกร ซึ่งจะได้ข้อมูลในเชิงปริมาณ และลดการตัดสินใจประเมินโดยผู้วัด เช่น ตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลิน (insulin-like growth factor-1 หรือ IGF-1) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตในร่างกายจากโกรทฮอร์โมน (growth hormone) รวมทั้งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากฮอร์โมนแอนโดรเจน (androgen) ซึ่งมีผลสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระดูกยางค์ ส่วนแคลซิโทนิน (calcitonin) เป็นสารที่ถูกกระตุ้นให้

สร้างขึ้นจากอิทธิพลของตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินในกระดูกซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูกทั้งร่างกาย สารเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกรเปรียบเทียบกับประเมินโดยใช้กระดูกสันหลังส่วนคอ โดยพบว่าปริมาณของตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินจะมีปริมาณน้อยในช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แล้วจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่มีการเจริญเติบโตสูงสุดจนถึงช่วงท้ายของการเจริญเติบโตสูงสุด และจะลดต่ำลงเท่ากับช่วงก่อนการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อพ้นช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วไปแล้วระยะหนึ่ง โดยตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินพบมีระดับสูงสุดในช่วงหลังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งตรงกับ CS5 ในการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตด้วยกระดูกสันหลังส่วนคอ โดยพบระดับของตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินสูงกว่า CS1 CS2 CS3 CS4 และ CS6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในช่วงของการเจริญเติบโตสูงสุดซึ่งตรงกับ CS4 พบระดับของตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินสูงกว่า CS1 CS2 CS3 และ CS6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁶ ซึ่งแตกต่างกับอีก 2 การศึกษาที่วัดปริมาณตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง^{17, 18} พบว่าปริมาณตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตที่มีโครงสร้างคล้ายอินซูลินสูงสุด ที่ระดับ CS3 ในเพศหญิง และที่ระดับ CS4 ในเพศชาย ในขณะที่ปริมาณแคลซิโทนินพบปริมาณสูงสุดที่ CS3 ในเพศหญิง และสูงสุดที่ CS5 ในเพศชายซึ่งสอดคล้องกับช่วงที่เพศชายมีปริมาณของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนเพิ่มสูงขึ้นในช่วงหลังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการแสดงลักษณะทางเพศขั้นที่สองของเพศชาย แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาที่กล่าวมานี้เป็นการศึกษาในลักษณะภาพตัดขวางซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในระยะยาวเพื่อสนับสนุนผลการศึกษานี้

จะพบได้ว่าในการศึกษาส่วนใหญ่ที่ศึกษาการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตจะเปรียบเทียบกับประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้อายุกระดูกเป็นหลัก จึงอาจกล่าวได้ว่าการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตโดยใช้กระดูกสันหลังส่วนคอและภาพรังสีมือและกระดูกข้อมือถูกจัดให้เป็นวิธีมาตรฐานในการอ้างอิงสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกรในแต่ละบุคคล ดังนั้นการประเมินด้วยวิธีอื่น หรือใช้ข้อมูลจากส่วนอื่นจึงเป็นทางเลือกให้การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกรได้ข้อมูลที่มากยิ่งขึ้นหรือเป็นทางเลือกในการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของกระดูกขากระดูกกรไกรเพื่อลดการเผยแพร่ต่อรังสีเอกซเรย์ หรือในกรณีที่มีข้อจำกัดบางประการได้

บทสรุป

จากหลายการศึกษาได้วิเคราะห์การเจริญเติบโตของส่วนต่าง ๆ ในร่างกายสำหรับการประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างเพื่อประโยชน์ในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันนั้น พบมีความหลากหลายของวิธีประเมินและคำแนะนำเชื่อถือที่แตกต่างกันในแต่ละวิธี ซึ่งพบว่าการพิจารณาจากอายุทางปฏิทินซึ่งเป็นสิ่งที่ทันตแพทย์นิยมนำมาใช้ประเมินสามารถบ่งชี้สภาวะของการเจริญเติบโตได้อย่างจำกัด ในส่วนการเจริญเติบโตในด้านส่วนสูงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้รับอิทธิพลจากสภาวะแวดล้อมค่อนข้างน้อย สามารถนำมาใช้ประเมินความถูกต้องได้ดี แต่มีข้อจำกัดที่ต้องใช้ข้อมูลในระยะยาวจึงอาจไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ประเมินทางคลินิกโดยเฉพาะในผู้ป่วยรายใหม่ที่ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลในระยะยาว ลักษณะทางเพศชั้นที่สองมีความน่าเชื่อถือที่ดีเนื่องด้วยผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตเช่นกัน แต่อาจพบข้อจำกัดในการชักประวัติและการพิจารณาแบ่งระยะชั้นการเจริญเติบโตที่อาจมีความไม่ชัดเจน ทำให้การแปลผลอาจคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นภาพรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอซึ่งเป็นภาพรังสีพื้นฐานสำหรับผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงจึงมีความสำคัญในลำดับแรกเพื่อนำมาใช้ประเมินสภาวะการเจริญเติบโตของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทันตกรรมจัดฟัน โดยผู้ป่วยไม่ต้องได้รับปริมาณรังสีเพิ่มเติมจากการเก็บข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการรักษาทันตกรรมจัดฟัน ต่างกับภาพรังสีมือและข้อมือที่มีความเที่ยงตรงสูง แต่ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นหากไม่มีข้อบ่งชี้ที่ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

1. Taranger J, Hagg U. The timing and duration of adolescent growth. *Acta Odontol Scand.* 1980;38(1):57 - 67.
2. Alkhal HA, Wong RW, Rabie AB. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in southern Chinese. *Angle Orthod.* 2008;78(4):591 - 6.
3. Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, Ghiozzi B, Cozza P. The diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity. *Prog Orthod.* 2006;7(2): 176 - 88.
4. Proffit WR. Later stages of development. In: Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, editors. *Contemporary orthodontics.* 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2013.
5. Scammon RE. Measurement of the body in childhood. In: Harris JA, editor. *The measurement of man.* Minneapolis: University of Minnesota Press; 1930.
6. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA, Jr. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):335 - 40.
7. Marshall WA. Interrelationships of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man. *Ann Hum Biol.* 1974;1(1):29 - 40.
8. Hauspie R, Bielicki T, Koniarek J. Skeletal maturity at onset of the adolescent growth spurt and at peak velocity for growth in height: a threshold effect? *Annals of Human Biology.* 1991;18(1):23 - 9.
9. Lee JH, Kang YG, Lee KS, Nam JH. Maturation of cervical vertebrae in relation to menarche. *Korean J Orthod.* 2009;39(1):28 - 35.
10. Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T, Milani S, Farronato G. Comparison of three methods to assess individual skeletal maturity. *J Orofac Orthop.* 2013;74(5):397 - 408.
11. Isaacson KG, Thom AR, Atack NE, Horner K, Whaites E. *Guidelines for the use of radiographs in clinical orthodontics.* London: British Orthodontic Society; 2015.
12. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 1976;69(6):611 - 9.
13. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88 - 112.
14. Thitasomakul R, Na Ranong P. Evaluation of skeletal maturation from lateral cephalograph in a group of Thai children. *J Dent Assoc Thai.* 2002;52(5):356 - 67.
15. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119 - 29.
16. Masoud M, Masoud I, Kent RL Jr, Gowharji N, Cohen LE. Assessing skeletal maturity by using blood spot insulin-like growth factor I (IGF-I) testing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(2):209 - 16.
17. Gupta S, Deoskar A, Gupta P, Jain S. Serum insulin-like growth factor-1 levels in females and males in different cervical vertebral maturation stages. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(2):68 - 75.
18. Tripathi T, Gupta P, Rai P, Sharma J, Gupta VK, Singh N. Osteocalcin and serum insulin - like growth factor - 1 as biochemical skeletal maturity indicators. *Prog Orthod.* 2017;18(1):30.